

Otimização do Tratamento de Esterilização de Emulsões Cárneas e seu Efeito na Textura

Ana Margarida Ramos de Carvalho Aires d'Oliveira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em **Engenharia
Zootécnica – Produção Animal**

Orientadora | Doutora Teresa de Jesus da Silva Matos

Coorientadora | Engenheira Amélia Margarida Pires de Oliveira

Júri:

Presidente: Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e Cunha, Professora Associada com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: - Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Associada com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

- Doutora Marília Catarina Leal Fazeres Ferreira, Professora Auxiliar da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa

- Doutora Teresa de Jesus da Silva Matos, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

AGRADECIMENTOS

À Nobre, por me ter recebido como estagiária e me fornecer os recursos necessários à realização deste trabalho.

À Eng.^a Amélia Oliveira, minha orientadora na Nobre, pela paixão que demonstra ter por aquilo que faz e por todo o acompanhamento que me deu, estando sempre presente nos momentos de decisão.

Ao Eng.^o Luís Raimundo que me ajudou com a sua experiência e espírito crítico.

À professora Teresa Matos, minha orientadora, que despertou em mim o gosto pela indústria, através do seu conhecimento, experiência, entusiasmo, disponibilidade e exigência.

A todas as pessoas fantásticas que conheci na Nobre e com quem tenho o prazer de trabalhar. Sem dúvida o bom ambiente de trabalho, a simpatia com que todos me receberam e a boa disposição de manhã à noite tornaram os meses de estágio muito agradáveis.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram, aconselharam e acarinharam. Em especial à minha mãe, por ser um modelo de coragem e se esforçar diariamente para que eu consiga atingir os meus objetivos.

À minha irmã, minha melhor amiga, que acredita diariamente nas minhas capacidades.

À minha tia, e madrinha, pelo seu espírito crítico durante a redação do meu trabalho.

Aos meus avós, por me apoiarem em todo o meu percurso académico e pelo incentivo, amizade e paciência demonstrados.

O presente trabalho teve como objetivos a validação dos tratamentos de esterilização aplicados durante o processamento tecnológico de salsichas apertizadas, a otimização destes tratamentos, bem como a determinação do efeito da otimização nas características sensoriais do produto, sobretudo ao nível da textura.

A validação dos tratamentos de esterilização fez-se através do controlo da temperatura no interior dos autoclaves, com sondas que registam a temperatura, e do controlo da estabilidade do produto, segundo a NP 4404-1 2002, sendo o objetivo atingir valores de F (binómio tempo-temperatura) iguais ou superiores a 10 e o produto apresentar-se estável.

A otimização consistiu em diminuir a fase de esterilização de cada um dos programas de esterilização, conseguindo um produto com uma qualidade igual ou superior à do produto até agora existente. À semelhança o procedimento utilizado para a validação, utilizaram-se as sondas para efetuar o controlo da temperatura do interior dos autoclaves e efetuou-se o controlo de estabilidade do produto.

Uma vez que na otimização dos programas, os valores de F foram superiores a 10 e os testes de controlo de estabilidade demonstraram que os produtos se encontravam estáveis, determinou-se o efeito da otimização nas características do produto, através de provas sensoriais e da medição da textura com um medidor manual de textura.

A partir dos resultados obtidos nas provas sensoriais conclui-se que em nenhum dos casos existiram diferenças significativas entre o produto STD e o respetivo produto de ensaio. Contudo, ao nível da medição da textura foi demonstrado que, em todos os casos, os produtos de ensaio apresentaram uma textura significativamente melhor, em relação aos mesmos produtos STD.

Assim, caso a indústria substituísse os programas de esterilização STD pelos programas de esterilização de ensaio iria obter vantagens financeiras e produtivas, uma vez que seria possível reduzir o tempo efetivo de produção ao diminuir o tempo de esterilização, mantendo ou melhorando a qualidade dos produtos.

Palavras-chave: salsicha, esterilização, Valores de F, textura.

ABSTRACT

This essay had as a purpose the sterilization treatment validation during the technological procedures with bottled and canned sausages: the optimization of these procedures as well as determined the effects of it on the products, especially in terms of texture.

The sterilization treatment validation was made throughout the control of the temperature inside the autoclave with sensors that register the temperature, and through the product stability control, according to NP4404-1 2002, the goal being to reach values of F (binominals time- temperature) equal or superior to 10 and the product to present itself as stable.

The optimization consisted in diminishing the sterilization phase of each of the sterilization programs by being able to get a product with an equal or superior quality of the existing product. Just like the procedure followed for the validation, the sensors were used to control the temperature inside the autoclave and the product stability control was made. Considering that in the programs optimization the values of F were superior to 10 and the stability control tests showed that the products were stable, it was determined the effect of the optimization on the product's characteristics through sensory probes and through the measuring of its texture with a manual texture measurer.

From the sensorial results it was possible to conclude that in any cases there were significant differences between the STD product and the same product in test. However, in what concerns texture the results were totally different, the products in test had a significant better texture than the same STD products.

Therefore, if the industry replaced the STD sterilization program by the test sterilization program it would have several advantages, financial and productive since it would be possible to reduce the producing time by shorting the sterilization period, maintaining or improving the product quality.

Key-words: sausage; sterilization; F value; texture

Agradecimentos	III
Resumo	IV
Abstract	V
Índice de Figuras	VIII
Índice de Tabelas	IX
Lista de Abreviaturas	Erro! Marcador não definido.
1. Introdução	10
1.1. Emulsões Cárneas	11
1.1.1. Matérias-primas	11
1.1.2. Processamento Tecnológico de Emulsões Cárneas	13
1.2. Tratamentos Térmicos	14
1.2.1. Pasteurização	15
1.2.2. Esterilização	16
1.3. Influência dos Tratamentos Térmicos nas Características Sensoriais de Emulsões Cárneas	19
1.3.1. Cor	19
1.3.2. Aroma	20
1.3.3. Sabor	20
1.3.4. Textura	20
2. Materiais e Métodos	21
2.1. Processo Tecnológico de Emulsões Cárneas	21
2.2. Validação dos Tratamentos de Esterilização	25
2.3. Otimização dos Tratamentos de Esterilização no Processo Tecnológico da Salsicha	27
2.4. Efeito da Otimização dos Tratamento Térmicos nas Características Sensoriais de Emulsões Cárneas	29
2.4.1. Análise Sensorial	29
2.4.2. Análise da Textura	32
2.5. Tratamento Estatístico	32
3. Resultados e Discussão	33
3.1. Validação dos Tratamentos de Esterilização no Processo Tecnológico da Salsicha	33
3.2. Otimização dos Tratamentos de Esterilização no Processo Tecnológico da Salsicha	36
3.3. Efeito da Otimização dos Tratamentos Térmicos nas Características Sensoriais de Emulsões Cárneas	38
3.3.1. Análise Sensorial	38

3.3.2. Análise da Textura	40
4. Conclusões	42
5. Referências Bibliográficas	43
Anexos	46
Anexo. I. Folha de cálculo para tratamento de dados obtidos pelas sondas registradoras de temperatura por unidade de tempo	46
Anexo III. Folha de prova sensorial	47
Anexo IV. Número crítico de respostas corretas para os testes de diferença mais usuais a dois níveis de significância.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Processo tecnológico da salsicha apertizada	24
Figura 2. Valores de F obtidos na validação dos programas de esterilização STD (programas atualmente aplicados na indústria) e nos ensaios após a otimização dos programas de esterilização.....	36
Figura 3. Resultados das provas sensoriais.....	40
Figura 4. Análise da textura das referências estudadas	41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Produtos utilizados na validação dos tratamentos térmicos	26
Tabela 2. Programas de esterilização STD (atuais) e programas de ensaio	27
Tabela 3. Produtos utilizados para a realização dos ensaios nos diferentes programas de esterilização de ensaio.....	28
Tabela 4. Repartição dos provadores por género.....	29
Tabela 5. Repartição dos provadores por faixa etária.....	29
Tabela 6. Condições gerais de cada prova sensorial realizada	31
Tabela 7. Resultados dos testes de controlo de estabilidade obtidos nas validações efetuadas para os diferentes programas de esterilização	34
Tabela 8. Valores de F obtidos durante a validação dos tratamentos de esterilização no processo tecnológico da salsicha	35
Tabela 9. Resultados dos testes de controlo de estabilidade dos ensaios realizados para as seis referências diferentes	37
Tabela 10. Impacto económico após a otimização dos programas de esterilização nos autoclaves estáticos para as referências em estudo	38

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da década de 90, devido a diversas crises alimentares ocorridas, tem-se verificado uma maior preocupação com a escolha dos alimentos por parte do consumidor, preferindo alimentos saborosos, mas com um melhor valor nutritivo, menos processados, adequados e adaptados ao seu atual estilo de vida, e sanitariamente seguros (Rees & Bettison, 1991; Lourenço, 2005).

O sabor encontra-se associado ao prazer que o consumidor reúne ao ingerir a refeição e o “melhor” regime alimentar, tendo em conta o respetivo valor nutricional, associado ao reduzido valor calórico, teor em gordura, açúcar e sal, ao maior teor em fibra e à ausência de aditivos alimentares.

O menor processamento está inerente à frescura que, por sua vez, se associa a alimentos perecíveis, isto é, com uma vida útil mais curta.

A procura por conveniência deriva do pouco tempo disponível para adquirir e confeccionar alimentos (Rees & Bettison, 1991; Ahmed et al., 2017). Para além disto, o consumidor tem vindo a mostrar um maior interesse pela origem dos alimentos e pelo seu processo de produção, ou seja, preocupa-se com a sustentabilidade ambiental, o bem-estar animal, o comércio justo e a defesa dos produtos locais (Jesen & Basiotis, 1995). Neste contexto, a indústria alimentar vai ao encontro do que o consumidor exige, procurando manter o produto a preços acessíveis, o que gera uma maior competitividade entre empresas. Uma das suas principais preocupações é a segurança dos produtos alimentares que produz e comercializa, nomeadamente no caso das salsichas, através da eficácia do processo de esterilização a que são sujeitas. Contudo, para garantir a segurança do produto, algumas das suas características nutricionais e organoléticas podem ser afetadas. Assim, o presente trabalho teve como objetivos: **i)** a validação do processo de esterilização aplicado durante o processamento tecnológico de salsichas apertizadas; **ii)** a otimização do processo, mediante redução do tempo efetivo de esterilização e; **iii)** a determinação do efeito da otimização do processo de esterilização nas características organoléticas das salsichas (cor, sabor, aroma e textura), com especial ênfase para a textura. A avaliação da otimização foi realizada através de provas organoléticas com recurso a um painel de provadores não treinado. Relativamente à textura da salsicha, esta foi também analisada com recurso a um medidor manual de textura.

1.1. EMULSÕES CÁRNEAS

A salsicha é um produto consumido nas diversas partes do globo, em especial por ser um produto à base de carne de fácil preparação. É considerado um produto à base de carne por ser um “produto transformado resultante da transformação da carne ou da ulterior transformação desses produtos transformados, de tal modo que a superfície de corte à vista permita constatar o desaparecimento das características da carne fresca” (Reg. 853/2004 de 29 de Abril de 2004 do Parlamento Europeu e do Conselho).

Também pode denominar-se por emulsão cárnea, uma vez que apresenta uma fase dispersa, que contém gordura, constituída por mono, di e triagliceróis, ácidos gordos livres, esteróis e vitaminas lipossolúveis, e uma fase dispersante, constituída por água e componentes hidrossolúveis (Cristas, 2012; Piotrowicz & Mellado, 2015).

Segundo a NP 724:1979 (2006), a salsicha tipo *Frankfurt*, define-se como um “produto cozido, fumado, de pasta fina e homogénea, de formato cilíndrico, com diâmetro entre 12 mm e 25 mm, constituído por carne e gordura de suíno e, facultativamente, carne de bovino e carne de aves, adicionadas de condimentos e aditivos autorizados” (Associação Portuguesa dos Industriais de Carnes [APIC], s.d.; Raimundo, 1994).

Geralmente, este produto é embalado em latas ou frascos de vidro com salmoura, constituída por água e sal a 1,4 % em solução, pelo que é considerado uma conserva de carne (APIC, s.d.). As conservas são géneros alimentícios acondicionados num recipiente estanque à água, ao ar e aos microrganismos, que sofrem um tratamento térmico, com o objetivo de reduzir a flora microbiana a um pequeno número de esporos quiescentes de microrganismos não patogénicos e não toxicológicos e inativar as enzimas, para que, em condições normais de armazenamento e durante o período de validade estabelecido, a sua estabilidade seja garantida (APIC, s.d.).

Esta forma de apresentação dos alimentos, também designada por alimentos apertizados, apresenta vantagens como o facto de terem um prazo de validade mais longo do que os mesmos alimentos em fresco, não perderem peso nem valor nutritivo durante o seu período de armazenamento e estarem adaptados ao estilo de vida atual da sociedade, a um preço que o consumidor pode pagar (Al-baali, 2006).

1.1.1. MATÉRIAS-PRIMAS

Uma emulsão cárnea tem na sua constituição as matérias-primas principais, que são adicionadas em maior quantidade, e as matérias-primas auxiliares, que são adicionadas em menor quantidade. Com exceção dos produtos vegetarianos, a carne é a matéria-prima principal, que pode ser de bovino, suíno ou de aves, consoante o tipo de produto. Como matérias-primas

auxiliares tem-se gordura, água, proteína de soja, amido, sal, emulsionantes, especiarias, aromas, intensificador de sabor, açúcar, dextrose, antioxidantes e conservantes.

A gordura é, em parte, responsável pelo sabor e textura da salsicha e, como tal, deve estar na ordem dos 15 – 20% e, geralmente, é adicionada sob a forma de toucinho (gordura subcutânea de suíno). Contudo, dado que o consumidor se tem mostrado cada vez mais renitente em relação à presença de gordura nos alimentos, esta tem vindo a ser parcialmente substituída por componentes como os hidrocolóides e as proteínas cárneas, por produzirem efeitos semelhantes no produto (Lee & Chin, 2016; Sousa et al., 2017).

A água é adicionada para substituir a perda de humidade esperada durante a cozedura, sendo que parte desta é adicionada sob a forma de gelo numa fase do processo tecnológico (emulsificação) (Visier, 1980).

A proteína de soja funciona como um aglutinante, melhorando as características de ligação entre as partículas e o sabor (Lee & Chin, 2016).

A utilização do amido deve-se à sua capacidade de retenção de água e à facilidade que apresenta em gelificar aquando do contacto com a água, uma vez que, na presença de água, os grânulos incham e gelatinizam (Visier, 1980).

O sal é essencial para melhorar o sabor. Para além disso, ajuda na ligação da água, na capacidade de emulsão das proteínas cárneas, e promove a ligação das partículas de carne, tornando o produto mais consistente (Lee e Chin, 2016).

Os emulsionantes, como os fosfatos e os polifosfatos, tornam possível a formação e manutenção de uma mistura homogénea na emulsão cárnea, devido à sua ação emulsionante (Lee & Chin, 2016; Visier, 1980).

As especiarias, os aromas e os intensificadores de sabor são as matérias-primas que conferem ao produto o sabor e o cheiro característicos (Lee & Chin, 2016).

O açúcar é utilizado também para o desenvolvimento do sabor, contrariando o sabor amargo do sal e do nitrito (quando este é adicionado), e como substrato para a fermentação microbiana, reduzindo o pH da salsicha (Lee & Chin, 2016; Visier, 1980).

A dextrose é um monossacárido utilizado durante o processo de fabrico da salsicha que tem como função manter o equilíbrio açúcar-sal da formulação e diminuir a atividade da água (a_w). Este aditivo tem um poder “adoçante” inferior ao açúcar (Freixanet, 2014).

Os antioxidantes, nomeadamente o eritorbato de sódio, prolongam a vida útil do produto, na medida em que, ao reagirem com os nitritos, protegem o produto da deteriorização causada pela oxidação, prevenindo a sua rancificação. (Reg. 1333/2008 de 16 de Dezembro de 2008 do Parlamento Europeu e do Conselho; Lee & Chin, 2016; Visier, 1980).

Por fim, é importante a adição de um ou mais conservantes, por exemplo, nitrito de sódio, que evitam o crescimento de formas vegetativas de microrganismos patogénicos, e prologam a vida

útil do alimento, garantindo uma boa estabilidade de armazenamento (Reg. 1333/2008 de 16 de Dezembro de 2008 do Parlamento Europeu e do Conselho; Lee & Chin, 2016).

1.1.2. PROCESSAMENTO TECNOLÓGICO DE EMULSÕES CÁRNEAS

Uma linha de produção de emulsões cárneas, geralmente, é constituída por armazéns de matérias-primas com câmaras frigoríficas, uma zona de processamento e enchimento, uma zona de fumagem/cozedura, uma zona de enlatamento, cravação e esterilização, uma zona de etiquetagem, encartonamento e paletização e, por fim, um armazém de produto acabado (Silva Santos, 1997).

Quando as matérias-primas são rececionadas, estas são armazenadas nos armazéns de matérias-primas, refrigerados ou não, conforme o seu tipo, até à sua utilização.

A sala de processamento destina-se à preparação das emulsões, de acordo com a formulação definida. Inicialmente as matérias-primas cárneas devem ser picadas na picadora, passando à misturadora para serem misturadas com as restantes matérias-primas e, por fim, a emulsão passa para a *cutter* (picadora com múltiplas facas rotativas e taça giratória) ou para o moinho coloidal. A secção de enchimento deve garantir o enchimento na tripa das emulsões para, posteriormente, o produto entrar no túnel de cozedura/fumagem.

A sala de enlatamento e cravação é o local onde, de forma manual ou automática, o produto é colocado dentro da embalagem, sendo esta hermeticamente fechada. Os equipamentos necessários nesta secção são as peladoras, os tapetes rolantes, as enlatadoras e as cravadeiras, automáticas ou semiautomáticas.

Na secção de esterilização encontram-se os autoclaves, que podem ser contínuos ou estáticos. Esta operação ocorre por ação do vapor num determinado binómio tempo/ temperatura.

Na zona de etiquetagem, encartonamento e paletização realiza-se a etiquetagem dos recipientes, o embalamento das conservas em caixas de cartão e a sua paletização. Por fim, o produto é encaminhado para o armazém de produto acabado, em ambiente seco e bem ventilado.

TIPOS DE EMBALAGEM

O tipo de embalagem a utilizar é muito importante para a garantia da qualidade do género alimentício, uma vez que um correto embalamento evita problemas microbiológicos e minimiza a contaminação e a perda de peso durante o seu armazenamento, garantindo a sua cor e a sua integridade (Ahmed, 2017).

Geralmente, as embalagens utilizadas em produtos apertizados são latas de folha de flandres e frascos de vidro (Silva Santos, 1997).

No caso das latas de folha de flandres, estas são constituídas por uma lâmina de aço com baixo teor em carbono, que permite uma boa resistência mecânica; por estanho em ambas as faces, a fim de serem resistentes à oxidação; e apresentam ainda dois filmes: o filme de passivação, que consiste na deposição de uma fina camada de crómio metálico e óxido de crómio e tem como função proteger o aço da descontinuidade da camada de estanho metálico; e o filme de óleo que se trata de um verniz incolor ou dourado, que permite um revestimento orgânico, minimizando o contacto dos metais da embalagem com os alimentos (Gavin & Weddig, 1995). Os tampos destas latas apresentam também rebaixos de forma circular que visam conferir a elasticidade durante a esterilização por dilatação do produto (Gavin & Weddig, 1995).

Já os frascos de vidro, apesar do corpo da embalagem ser de vidro, a sua tampa é de metal (Gavin & Weddig, 1995). O frasco é então constituído por uma zona superior, onde será encaixada uma tampa metálica; o corpo do frasco, que une a zona superior ao fundo do frasco, naturalmente constituída por vidro; e pelo fundo do frasco, que se trata da parte inferior do recipiente (Gavin & Weddig, 1995). Estes frascos são selados a vácuo para garantir uma boa vedação durante o período de validade do produto (Gavin & Weddig, 1995). Após o tratamento térmico e arrefecimento do produto, realizam-se avaliações à capsulagem do frasco (Gavin & Weddig, 1995; Reichert, 1988).

1.2. TRATAMENTOS TÉRMICOS

A utilização de temperaturas elevadas para a preservação dos alimentos é um dos métodos mais utilizados, pois permite a redução da carga microbiana (Noronha, 1999; Silva & Gibbs, 2011; Clark et al., 2014; Safefood 360, Inc., 2014), nomeadamente de microrganismos capazes de se multiplicarem no género alimentício durante o seu período de distribuição ou de armazenamento, nocivos para a saúde do consumidor (Rees & Bettison, 1991; Noronha, 1999; Reichert, 1988; Clark et al., 2014), e a inativação de enzimas, que provocam a deteiorização dos alimentos durante o seu período de armazenamento (Dias, 2007; Silva e Gibbs, 2011; Clark et al., 2014). A este processo dá-se o nome de tratamento térmico, que tem sempre como objetivo garantir a segurança do alimento (Dias, 2007; Rees & Bettison, 1991), mantendo a qualidade do produto, o que não é fácil, já que a obtenção de um produto seguro por aplicação de calor, leva a alterações, como a desnaturação proteica e, consequentemente, a perda de nutrientes, que afetam as características nutricionais e organoléticas do produto, tais como, a cor, o odor e a textura (Dias, 2007; Safefood 360, Inc., 2014). A fim de garantir a qualidade do alimento, existem requisitos regulamentados, quer pelas próprias indústrias, quer pela legislação, tanto nacional como internacional, que recomendam e/ou reforçam os métodos a utilizar (Awauah et al., 2007). Podem ser utilizados diferentes binómios tempo-temperatura em diferentes tratamentos térmicos, sendo que o importante é a técnica utilizada para alcançar a letalidade microbiana

pretendida em cada produto (Reichert, 1988), minimizando as alterações, tanto nutricionais, como organoléticas, tendo-se, por isso, sempre em conta o nutriente mais sensível termicamente e o microrganismo mais resistente. Em relação ao binómio tempo-temperatura a que o produto deve ser sujeito, este depende do tipo de autoclave, do aquecimento médio, das características do produto (consistência, proporção líquido/sólido), do coeficiente de transferência térmica, bem como da forma, do tamanho e do tipo de recipiente. A tecnologia tem evoluído no sentido de reduzir o tempo e otimizar as temperaturas do tratamento térmico (Awauah et al., 2007; Gavin & Weddig, 1995).

Qualquer que seja o tratamento térmico utilizado, este apresenta três fases: duas fases log (aquecimento e arrefecimento) e o tempo de exposição, sendo este último o que mais irá influenciar a eficácia do tratamento térmico utilizado, uma vez que é nesta fase que se dá a destruição dos microrganismos (Awauah et al., 2007; Safefood 360, Inc., 2014). Já as fases log devem demorar o menor tempo possível, para minimizar os danos causados no produto (Dias, 2007).

Na indústria alimentar, os tratamentos térmicos mais utilizados são a pasteurização e a esterilização (Dias, 2007).

1.2.1. PASTEURIZAÇÃO

A pasteurização é um tratamento térmico criado por Louis Pasteur, em 1862, que ainda hoje é bastante utilizado na indústria alimentar (César, 2008; Clark et al., 2014), por apresentar uma elevada eficiência (Silva & Gibbs, 2011).

Este tratamento tem como objetivo eliminar as formas vegetativas de microrganismos patogénicos com baixa resistência térmica e reduzir os restantes microrganismos para níveis mínimos (Dias, 2007; César, 2008; Fraser, 2012; Noronha, 1999; Clark et al., 2014; Safefood 360, Inc., 2014), a fim de tornar o produto mais seguro e com uma vida útil superior, devendo garantir, no mínimo, 6 reduções log do microrganismo de referência (Awauah et al., 2011; Silva & Gibbs, 2011; Clark et al., 2014; Thermal Processing of Food, 2014). Como as temperaturas aplicadas são mais baixas em relação a outros tratamentos térmicos, variando entre os 70 °C e os 100 °C (Bornhorst et al., 2017), geralmente, recorre-se a técnicas complementares para controlar o crescimento dos microrganismos sobreviventes, como é o caso da utilização de atmosfera protetora ou vácuo, da adição de conservantes ou o uso de refrigeração durante o período de validade (Silva & Gibbs, 2011; César, 2008; Clark et al., 2014).

Dependendo do produto em questão, existem dois tipos de pasteurização (Fraser, 2012): uma pasteurização que ocorre a elevadas temperaturas durante um curto período de tempo, para destruir os microrganismos patogénicos (*High Temperature Short Time Treatment - HTST*); ou

uma pasteurização que utiliza baixas temperaturas por um longo período de tempo (*Low Temperature Long Time Treatment - LTLT*) (Fraser, 2012; Safefood 360, Inc., 2014). Contudo, o tempo e a temperatura a serem utilizados depende do tipo de alimento e do resultado que se quer obter ao nível dos nutrientes, da cor, da textura, do sabor e do aroma (Fraser, 2012).

Por fim, é necessário validar o processo, nomeadamente através da determinação do tempo que o produto demora para atingir a temperatura pretendida no seu centro térmico que, por sua vez, irá depender das propriedades de transferência de calor do alimento, da embalagem e do meio de aquecimento utilizado (vapor, água ou ar) (Silva & Gibbs, 2011).

1.2.2. ESTERILIZAÇÃO

A esterilização, tal como a pasteurização, é um processo de conservação de alimentos através do uso de calor, isto é, submete os alimentos a uma temperatura suficientemente elevada durante um determinado período de tempo, a fim de garantir a destruição da atividade enzimática, das formas microbianas vegetativas e termorresistentes responsáveis por alterações nos alimentos (Noronha, 1999; Awauah et al., 2007; Clark et al., 2014; Safefood 360, Inc., 2014; Al-baali, 2006). É neste último aspeto que reside a principal diferença relativamente à pasteurização, pois a esterilização destrói também as formas termorresistentes, os esporos.

Neste tratamento térmico as temperaturas rondam os 105 °C e os 135 °C, podendo atingir os 150°C em situações extremas (Reichert, 1988; Clark et al., 2014; Safefood 360, Inc., 2014), consoante o programa de esterilização utilizado. Para definir um programa de esterilização, isto é, definir o binómio tempo-temperatura a aplicar, é necessário ter em conta vários fatores, tais como o tipo e a quantidade de microrganismos a destruir, o pH do produto, a curva de penetração de calor no produto, a duração do período de aquecimento e a temperatura atingida, a temperatura inicial do produto e o sistema de aquecimento/arrefecimento a utilizar (Awauah et al., 2007).

O processo de esterilização ocorre em autoclaves, que podem ser estáticos verticais ou horizontais, no qual o produto é colocado em carros e aí permanece durante o processo de esterilização; rotativos, quando o produto é submetido a um movimento de rotação durante o processo de esterilização; e contínuos, nos quais o produto entra e sai automaticamente da câmara de esterilização (Safefood 360, Inc., 2014).

Como a destruição microbiana, mediante a aplicação de calor, é uma função logarítmica, teoricamente, torna-se impossível alcançar a esterilidade, contudo, em termos práticos, é possível reduzir a probabilidade de sobrevivência dos esporos até um grau que o produto possa ser considerado “estéril” (Rees & Bettison, 1991; Safefood 360, Inc., 2014), o que se denomina por “esterilização comercial” (Noronha, 1999; Rees & Bettison, 1991; Clark et al., 2014; Gavin

& Weddig, 1995; Safefood 360, Inc., 2014). Assim, deve verificar-se no ponto mais frio do produto, o que geralmente corresponde ao seu centro térmico, uma redução de 12 Log no *Clostridium botulinum* (Barbosa-Cánovas et al., 2014; Clark et al., 2014; Safefood 360, Inc., 2014).

O sucesso ou insucesso da esterilização depende do efeito que esta tem sobre os esporos do *C. botulinum* (microrganismo de referência), por ser um microrganismo anaeróbico, por apresentar maior resistência ao calor, e por ser o microrganismo patogénico responsável pelo botulismo (Awauah et al., 2007; Barbosa-Cánovas et al., 2014; Gavin & Weddig, 1995). Como os esporos não produzem toxinas, nem crescem em ambientes com um pH inferior a 4,8, geralmente utiliza-se o valor de pH de 4,6 como o valor de referência a partir do qual estes esporos não produzem toxinas. Assim, o valor de pH de 4,6 separa os alimentos de baixa acidez ($\text{pH} > 4,6$) e os alimentos ácidos ($\text{pH} < 4,6$), sendo que se deve dar especial atenção aos alimentos de baixa acidez, uma vez que as condições destes produtos são mais propícias à produção de toxinas de *C. botulinum* (Awauah et al., 2007; Barbosa-Cánovas et al., 2014; Gavin & Weddig, 1995; Safefood 360, Inc., 2014).

Por fim, é realizada a validação do processo para garantir a segurança do alimento. Esta validação pode ser uma validação microbiológica, que fornece uma prova direta da esterilidade do produto, ou pode ser efetuada através do controlo de eventuais alterações químicas do produto (Awuah et al., 2007).

Embora este tratamento térmico seja aquele que oferece maior segurança do alimento, e aumente significativamente a vida útil do produto, também é aquele que, devido às elevadas temperaturas a que o produto é sujeito, tem tendência a afetar negativamente a sua qualidade original, nomeadamente ao nível da composição nutricional, do sabor, da textura e da cor (Awuah et al., 2007; Barbosa-Cánovas et al., 2014; Clark et al., 2014; Safefood 360, Inc., 2014; Al-baali, 2006). Ao nível da proteína, ocorrem alterações das estruturas primárias, secundárias, terciárias e quaternárias, que levam ao desdobramento das proteínas e, consequentemente, reduzem a digestibilidade do produto, aumentam a biodisponibilidade das proteínas e diminuem a capacidade de retenção de água; para além disso, também provocam a oxidação das proteínas musculares, o que afeta negativamente a qualidade sensorial e nutricional do produto (Barbosa-Cánovas et al., 2014). No caso dos produtos cárneos, a esterilização também provoca a desnaturação do colagénio, o que causa alterações na estrutura do tecido conjuntivo intramuscular e nas suas propriedades mecânicas, aumentando a tenrura do produto (Barbosa-Cánovas et al., 2014).

Assim, um dos desafios da indústria alimentar passa por minimizar as perdas de qualidade do alimento, garantindo a sua segurança (Al-baali, 2006).

Normalmente, a validação da esterilização, faz-se através do cálculo dos valores D, Z e F (Corradini et al., 2005). Para determinar as condições a que se deve efetuar a esterilização de um produto alimentar é necessário conhecer-se a evolução da temperatura no autoclave, o que se consegue a partir de termopares, permitindo a medição da temperatura de forma instantânea nas partes superior, média e inferior da câmara do autoclave (Reichert, 1988).

A resistência dos microrganismos ao calor, geralmente, expressa-se pelo valor D, que corresponde ao tempo necessário, a uma determinada temperatura, para conseguir uma destruição de 90 % dos microrganismos, ou seja, reflete a resistência de um microrganismo a uma temperatura específica (Reichert, 1988; Rees & Bettison, 1991; Thermal Processing of Food, 2014; César, 2008). Para a pasteurização, a 70°C, tendo como microrganismo de referência o *C. botulinum*, considera-se um valor D de referência de 2,95 minutos, enquanto que para a esterilização, a 121,1°C, considera-se um valor de referência de 1 minuto (Reichert, 1988).

Já o valor Z indica o aumento de temperatura necessário para conseguir uma destruição de 90 % de microrganismos, ou seja, corresponde ao número de graus que é necessário aumentar para que o valor D desça um ciclo logarítmico, sendo que quanto maior for este valor, maior será a resistência térmica dos microrganismos (Reichert, 1988; Rees & Bettison, 1991; Safefood 360, Inc., 2014). Para a destruição dos esporos de *Clostridium*, referencia-se o valor Z igual a 10 °C, contudo, se a temperatura for alterada, a velocidade de termodestruição e, conseqüentemente, o valor D também serão alterados (Reichert, 1988).

Por fim, tem-se o valor F, que expressa a intensidade do tratamento térmico (Reichert, 1988; Safefood 360, Inc., 2014), ou seja, é uma medida do efeito letal total sobre os microrganismos expostos a determinado tratamento térmico (Rees & Bettison, 1991). O valor de F é obtido através de um binómio tempo-temperatura necessário para que se verifique a destruição de todos os esporos e células vegetativas no centro térmico do alimento (Rees & Bettison, 1991). No caso do microrganismo de referência ser o *C. botulinum*, utiliza-se uma temperatura de 121,1°C, um valor Z de 10°C e um valor de F mínimo de 3 (Reichert, 1988; Rees & Bettison, 1991; Safefood 360, Inc., 2014). Contudo, a indústria alimentar utiliza um valor de F igual ou superior a 6 (Rees & Bettison, 1991).

1.3. INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS TÉRMICOS NAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉTICAS DE EMULSÕES CÁRNEAS

As alterações que ocorrem no alimento durante o seu tratamento térmico e armazenamento determinam a sua qualidade final, quer ao nível das suas características organoléticas, quer ao nível do seu aporte nutricional (Rees & Bettison, 1991).

Se por um lado a aplicação do tratamento térmico é essencial para a destruição dos microrganismos e para a conservação dos alimentos, por outro é responsável por várias alterações no produto, nomeadamente ao nível da textura (Rees & Bettison, 1991).

No setor alimentar, com um mercado cada vez mais exigente, a análise sensorial torna-se indispensável, uma vez que permite obter informações organoléticas do produto e avaliar a sua aceitabilidade no mercado (Teixeira, 2009). Segundo a Norma Portuguesa 4263 (1994), a análise sensorial é definida como o “exame das características organoléticas de um produto pelos órgãos dos sentidos”, sendo, nesse contexto, a palavra organolética definida como “qualifica uma propriedade de um produto perceptível pelos órgãos dos sentidos”, e pode realizar-se através de um painel de provadores (treinado ou não treinado em análise sensorial) e, algumas características, através de métodos instrumentais.

1.3.1. COR

O primeiro contacto do consumidor com o produto prende-se com a sua apresentação visual, quer ao nível da cor, quer ao nível da sua aparência geral (Teixeira, 2009).

Qualquer que seja o género alimentício, este possui uma aparência e uma cor esperadas (Teixeira, 2009), sendo que uma alteração destes parâmetros pode sugerir ao consumidor uma redução da qualidade (Paulos, 2012).

A cor da salsicha é determinada pelo estado e estabilidade de todos os pigmentos naturais que a constituem, mas também por certos processos a que é submetida durante a sua produção. Por exemplo, durante o processo de cozedura, se a aplicação de fumo acontecer de forma irregular, pode verificar-se uma distribuição disforme da cor no produto (Visier, 1980) ou, por outro lado, se as condições de armazenamento não forem as ideais, o produto pode entrar em contacto com oxigénio, o que levará à ocorrência de oxidações e, conseqüentemente, ao aparecimento de cores anormais (Rees & Bettison, 1991).

1.3.2. AROMA

O aroma trata-se da propriedade organolética determinada pelos compostos voláteis presentes nos alimentos, percebida pelo órgão olfativo por via retro nasal, no ato da prova (Teixeira, 2009; Moreira da Silva, 2015).

1.3.3. SABOR

O sabor é um atributo complexo, uma vez que se trata da combinação da percepção de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante o processo de mastigação e deglutição do produto (Teixeira, 2009; Paulos, 2012).

Geralmente, o tratamento térmico não altera os sabores básicos da emulsão, isto é, doce, amargo, ácido ou salgado. Contudo, o contacto do produto com oxigénio, quer durante o tratamento térmico ou mesmo durante o seu armazenamento, pode levar à oxidação lipídica e, consequentemente, ao desenvolvimento de sabores desagradáveis (Rees & Bettison, 1991; Visier, 1980).

1.3.4. TEXTURA

A textura corresponde ao conjunto de todas as características reológicas e estruturais de um alimento, sendo a principal característica percebida pelo tato (ISO 1992). Manifesta-se quando o alimento sofre uma deformação (quando é mordido, prensado ou cortado) e é isso que permite ter noção da dureza, viscosidade e elasticidade do produto (Teixeira, 2009).

Esta é das características dos alimentos mais afetada durante o processo de esterilização, uma vez que, por ação do calor, dá-se a destruição ou alteração de membranas e estruturas celulares, o que diminui a sua consistência; ocorre separação celular por rutura das estruturas intracelulares, originando perda de firmeza; e dá-se desnaturação proteica e a gelificação do amido, que leva à gelificação do produto (Bettison & Rees, 1991).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados na linha 2 de produção da salsicha e na planta piloto da Nobre Alimentação Lda., uma indústria transformadora de carnes, durante um período de 8 meses, com início em fevereiro e término em setembro de 2018.

A validação do tratamento de esterilização faz-se por meio dos valores de F (binómio tempo-temperatura), devendo este ser igual ou superior a 10 (valor definido pela Nobre Alimentação Lda., para que o produto esteja seguro do ponto de vista alimentar), e através do controlo da estabilidade do produto.

2.1. PROCESSO TECNOLÓGICO DE EMULSÕES CÁRNEAS

O processo tecnológico das emulsões cárneas inicia-se pela receção das matérias-primas e varia consoante o tipo de produto produzido. No caso da matéria-prima principal (matérias-primas cárneas) rececionada em fresco é medida, no momento da receção, a temperatura e pH, através de um termómetro e um potenciómetro, respetivamente, e, periodicamente, é realizada uma análise química em laboratório externo, em que são avaliados os parâmetros humidade, gordura, proteína e hidroxiprolina. No caso da carne rececionada congelada, também é medida a sua temperatura, através de um termómetro, no momento da receção, e, periodicamente, é realizada uma análise química, idêntica à que se realiza em carne refrigerada, em laboratório externo. Posteriormente, as matérias-primas cárneas são encaminhadas para a linha de produção, sendo que as matérias-primas cárneas congeladas sob a forma de blocos congelados com, aproximadamente, 20 Kg; e as matérias-primas cárneas rececionadas em fresco em caixas de plástico, também com 20 Kg.

Após a sua receção na linha de produção, a carne é picada numa picadora da marca Seydelmann (modelo AW300AC65), devendo a sua temperatura interna situar-se entre os -12 °C e os 5 °C.

Concluída a picagem, segue para a misturadora, da marca Cozzini (modelo C N B 4000), por um tapete transportador. Na misturadora são adicionadas à carne todas as matérias-primas auxiliares, pela seguinte ordem: carnes magras, ¼ de água/gelo, fosfato, ¼ água, proteínas exteriores, ¼ água, restantes carnes, restantes ingredientes (sal, dextrose, especiarias, açúcar e eritorbato de sódio) e restante água. Quando a mistura se apresentar homogénea, e a água estiver completamente absorvida, a mistura está concluída, altura em que a temperatura da mistura deve situar-se entre -3 °C e 1 °C.

Após a mistura, a massa obtida segue para o moinho coloidal, também da marca Cozzini (modelo A R 901 M C), que apresenta um primeiro disco com 2,4 mm e um segundo disco com

1,2 mm, permitindo o controlo da velocidade de descarga da bomba e da temperatura da massa. Concluído este processo, altura em que a emulsão deve apresentar uma temperatura entre 11 °C e 14 °C, esta é transportada por carros de aço inoxidável para as enchedoras.

Na linha 2 existem duas enchedoras, com respetivas porcionadoras, uma da marca Risco (modelo RS4001CP) e outra da marca Asgo (modelo HD30), sendo as porcionadoras da marca Townsend . No enchimento é necessário garantir que não existem vestígios de ar entre a emulsão cárnea e a tripa celulósica. Após o enchimento, o produto é pendurado em ripas, de maneira a que as salsichas fiquem afastadas umas das outras. Aqui a salsicha deve apresentar uma temperatura entre 7 °C e 13 °C.

Quando as ripas estiverem preenchidas são penduradas no túnel de cozedura e fumagem, Alkar II, onde serão submetidas ao programa de cozedura e fumagem adequado. Existem 14 programas na Alkar II (túnel de cozedura da linha 2). Cada programa de cozedura e fumagem é composto por várias fases: fumagem, através de duche de fumo líquido (opcional), secagem, secagem e fumagem com fumo natural (opcional), cozedura a vapor e arrefecimento, por meio de duche de salmoura fria. A salmoura é constituída por água e sal e não tem uma concentração definida, uma vez que a funcionalidade do sal neste caso é apenas permitir que a temperatura da água baixe, sem que esta congele. Nas fases de secagem e cozedura considera-se uma Temperatura de Bolbo Húmido entre 40 e 60 °C e uma Temperatura de Bolbo Seco entre 65 e 87 °C, com uma duração de uma a uma hora e meia, consoante o tipo de produto. À saída deste equipamento, as salsichas devem apresentar uma temperatura inferior a 10 °C.

À saída do túnel, desfazem-se os nós da tripa e colocam-se as ripas com salsicha na mesa da peladora da marca Marel, modelo 2000. Para proceder à pelagem, coloca-se o início da tripa no equipamento e controla-se o corte de modo que este seja o mais impercetível possível.

A salsicha, já pelada, é transportada por um tapete rolante da marca CSM até à linha de acondicionamento da salsicha, onde se seleciona manualmente, coloca-se o número pré-definido de salsichas na lata ou frasco e rejeitam-se as salsichas que apresentam defeito. Na Nobre Alimentação Lda. existem duas linhas de enlatamento, a linha 1, onde são utilizadas apenas latas, e a linha 2, onde para além das latas, as salsichas podem ser colocadas em frascos de vidro. Em ambas as linhas, a lata/frasco é cheia/o automaticamente com salmoura, deixando um espaço cabeça, de acordo com o estabelecido no Plano de Inspeção e Ensaio da Qualidade. A salmoura é constituída por água e sal, com uma concentração de 1,4%. Por fim, a lata é cravada na cravadeira da marca JBT e o frasco é capsulado na capsuladora da marca FMT, a fim de permitir o seu fecho hermético, garantindo a conservação do produto e, sendo, posteriormente, esterilizadas/os. A principal diferença entre as duas linhas prende-se com o tipo de autoclave que é utilizado em cada uma delas, sendo que na linha 1 o produto é esterilizado num autoclave contínuo e o produto proveniente da linha 2 é esterilizado em autoclaves estáticos.

Na linha 1 é impressa na lata, já cravada, a data de validade, a hora de marcação e o lote, seguindo automaticamente para o autoclave contínuo da marca /JBT (modelo Sterilmatic 741/73) que, depois de esterilizada, sai automaticamente para a linha de embalagem.

No caso da linha 2, as latas ou os frascos são cravadas ou capsulados e colocadas/os num carro, devidamente identificado, que segue para um dos quatro autoclaves estáticos horizontais, todos eles da marca Barriquand, modelo 1351. Cada autoclave suporta 5 carros, por isso, quando estiver completo, é fechado e programado para iniciar a esterilização. Consoante o tipo de produto, existem quatro programas de esterilização.

Efetuada o programa de esterilização, os carros são retirados do autoclave e transportados para um armazém até serem conduzidos para a linha de embalagem, onde existe uma máquina rotuladora e uma máquina agrupadora e formadora de tabuleiros da marca Zorpack (modelo ZAW), que controla a formação do pack em tabuleiro e o seu envolvimento com filme. Após a retração, realizada no túnel de retração da marca Zorpack, modelo ZEF 750, é colocada uma etiqueta por tabuleiro. Por fim, após formado o pack, constrói-se uma palete em cima de um estrado, de acordo com a ficha da logística, e envolve-se a mesma com filme estirável, aplicando-se uma etiqueta numa das faces da palete.

Todo este processo está esquematizado na figura 1.

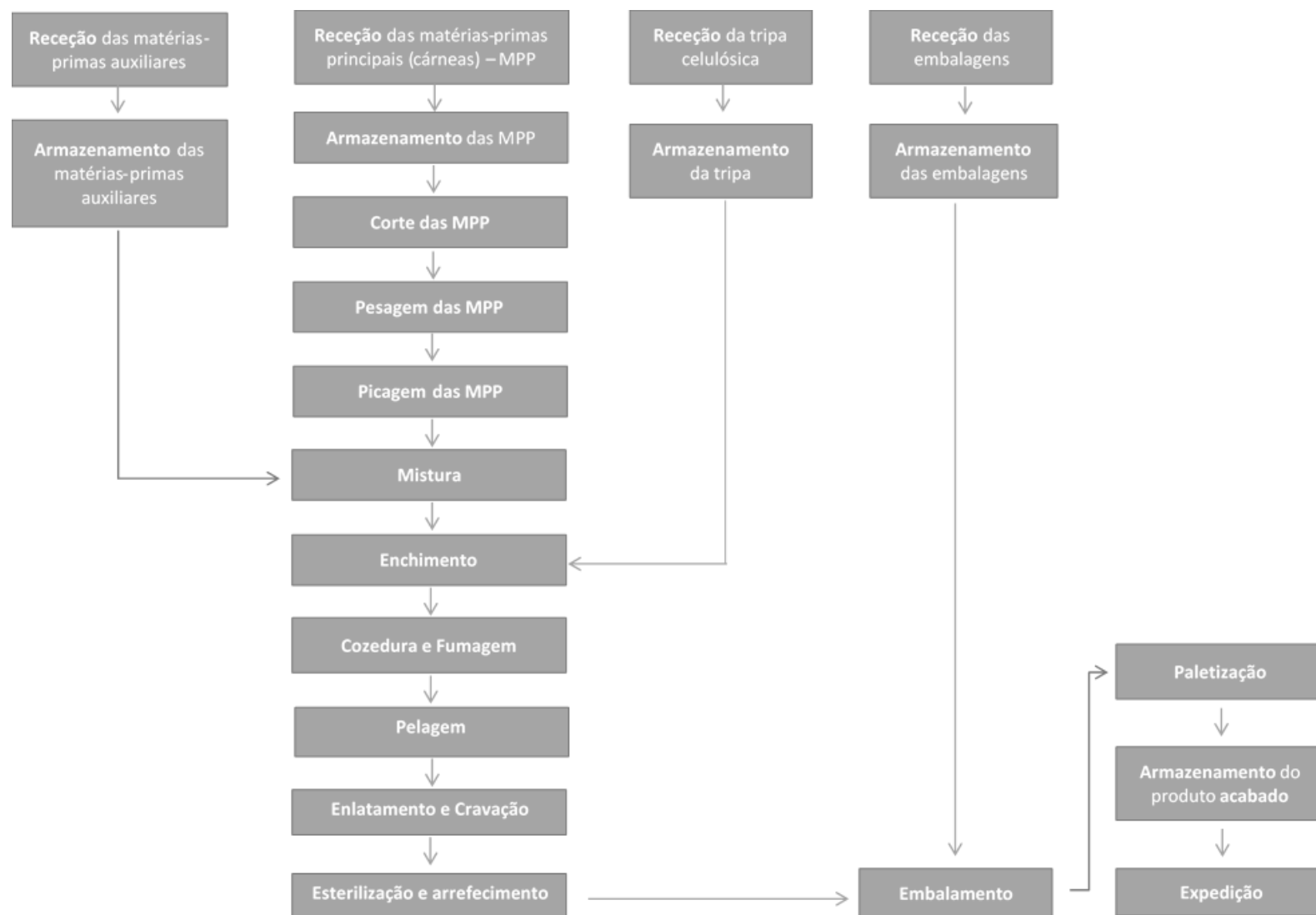


Figura 1. Processo tecnológico da salsicha apertizada

2.2. VALIDAÇÃO DOS TRATAMENTOS DE ESTERILIZAÇÃO

Na Nobre, os tratamentos de esterilização são validados, diariamente, através do controlo da estabilidade do produto, segundo a NP 4404-1 2002, no Laboratório da Qualidade e, anualmente, através do controlo de temperatura no centro térmico do produto, para os diferentes programas de esterilização. Assim, para um tratamento térmico ser validado é necessário que o valor de F seja igual ou superior a 10, e que, ao fim do período de quarentena, o produto se apresente estável, o que é comprovado pelos testes de controlo de estabilidade.

Segundo a NP 4404-1 2002, a estabilidade de uma conserva consiste na capacidade que esta tem de manter as características que possuía após o processamento, em condições normais de armazenamento, durante o período de validade e/ou nas condições dos testes de controlo de estabilidade. Este controlo consiste em submeter amostras incubadas à temperatura ambiente, amostras incubadas à temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e amostras incubadas à temperatura de $55^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante sete dias. Após este período, as amostras são sujeitas a um exame de aspeto exterior e das características organoléticas (aspeto, odor e textura), a fim de identificar alguma alteração no produto. Para além disso, é medido o pH de uma amostra incubada a cada temperatura, sendo que a diferença de pH entre as amostras deve ser igual ou inferior a 0,5, para que sejam consideráveis estáveis.

O processo utilizado para efetuar o controlo de temperatura no centro térmico do produto consiste na utilização de 5 sondas iBee 22T da marca Alpha Match, que registam a temperatura (entre -40°C e $+140^{\circ}\text{C}$) a cada minuto, durante o tempo pré-definido. Posteriormente, através de uma folha de cálculo interna (**Anexo II**), procede-se ao cálculo dos valores de F, que permite validar o tratamento de esterilização. Cada sonda utilizada permite obter um valor de F, como são usadas cinco sondas, o valor a ser considerado para a validação será o valor de F mais baixo obtido na leitura das sondas.

Assim, programam-se as sondas e colocam-se as cinco sondas por autoclave, isto é, uma sonda no interior do recipiente que se encontra no centro da camada superior de cada carro. Os recipientes que contêm as sondas devem ser previamente identificados, de 1 a 5, e bem diferenciados dos restantes, garantindo que não seguem para expedição, em circunstância alguma.

Após o término do programa de esterilização, recolhem-se os recipientes que contêm as sondas, em caixas plásticas, e transportam-se essas caixas para a planta piloto.

Na planta piloto abrem-se os recipientes, retira-se a salmoura, retiram-se e limpam-se as sondas e, posteriormente, as salsichas são reclassificadas (para serem introduzidas no processo produtivo em quantidades previamente definidas e em produtos específicos).

Recorrendo ao programa informático ExpressThermo 2007, procede-se à leitura das sondas, que exportará toda a informação para um ficheiro Excel. Posteriormente, a informação daí extraída, é copiada para uma folha de cálculo interna (**Anexo II**), que calcula o valor de F, para cada uma das sondas. Se o menor valor de F calculado for superior a 10, e após os testes de controlo de estabilidade o produto se apresentar estável, o tratamento térmico é validado pelo departamento da Qualidade.

Existem quatro programas de esterilização, consoante o tipo de produto, denominados ao longo do trabalho por programas de esterilização standard (STD), sendo que o programa 1 destina-se aos produtos embalados em latas de 36, 40 e 50 unidades, o programa 2 utiliza-se em produtos embalados em latas de 6, 8 e 10 unidades, o programa 3 é utilizado para salsichas que são embaladas em frascos de vidro e o programa 4 é destinado a produtos vegetarianos, contudo este último não foi objeto de estudo neste ensaio. Caso seja criado um programa de esterilização, a sua validação estará concluída após a realização dos controlos referidos.

A fim de obter uma amostra representativa de valores de F, neste caso concreto, o procedimento acima descrito foi repetido quatro vezes por programa, em diferentes produtos, para, posteriormente, se proceder às alterações em cada programa, otimizando os tratamentos de esterilização. Os produtos utilizados estão mencionados na tabela 1.

Tabela 1. Produtos utilizados na validação dos tratamentos térmicos

Programa 1	A1: 50 salsichas em lata, 1700g/lata	Alt.: 176,0±0,5 mm Ø: 165,8±0,2 mm
	B1: 36 salsichas em lata, 1700g/lata	Alt.: 176,0±0,5 mm Ø: 165,8±0,2 mm
	C1: 50 salsichas em lata, 1600g/lata	Alt.: 176,0±0,5 mm Ø: 165,8±0,2 mm
	D1: 40 salsichas em lata, 2550g/lata	Alt.: 237,0±0,5 mm Ø: 153,4±0,1 mm
Programa 2	A2: 8 salsichas em lata, 160g/lata	Alt.: 109,2±0,5 mm Ø: 72,8±0,2 mm
	B2: Mini salsichas em lata, 180g/lata	
	C2: 8 salsichas em lata, 160g/lata	
	D2: Mini salsichas em lata, 180g/lata	
Programa 3	A3: 4 salsichas em frasco, 210g/frasco	Alt.: 137,6±0,8 mm Ø: 68,2±1,4 mm
	B3: 7 salsichas em frasco, 350g/frasco	Alt.: 172,0±0,8 mm Ø: 81,1±1,5 mm
	C3: 8 salsichas em frasco, 700g/frasco	Alt.: 172,0±0,8 mm Ø: 81,1±1,5 mm
	D3: Mini salsichas em frasco, 200g/frasco	Alt.: 169,0±1,0 mm Ø: 66,6±1,4 mm

2.3. OTIMIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS DE ESTERILIZAÇÃO NO PROCESSO TECNOLÓGICO DA SALSICHA

O principal objetivo na otimização dos tratamentos de esterilização consistiu em diminuir a fase efetiva de esterilização de cada um dos programas de esterilização, conseguindo um produto com uma qualidade igual ou superior à do produto até agora existente.

Os valores de F serviram de guia para saber em quanto tempo se podia reduzir a fase de esterilização. O limite inferior estipulado foi um valor de $F=15$, pois embora o valor de F de referência na indústria seja de 10 unidades, parte da produção é exportada por via marítima e, muitas vezes, em condições de armazenamento submetidas a temperaturas muito elevadas durante um período de tempo considerado.

Para determinar o tempo da fase efetiva de esterilização efetuou-se uma simulação para cada um dos programas de esterilização de ensaio, recorrendo-se a uma folha de cálculo interna (**Anexo II**) utilizada na validação dos tratamentos térmicos (que calcula os valores de F a partir da informação extraída das sondas), com o objetivo de diminuir a duração da fase efetiva de esterilização (fase que decorre a 121°C), a fim de obter valores de F próximos de 15, conforme pretendido para otimização do processo.

De acordo com a simulação efetuada, criaram-se programas de esterilização em que a única diferença, face aos programas de esterilização já existentes, residiu na duração da fase de esterilização. Na tabela 2 estão apresentados os programas de esterilização STD (atuais) e os respetivos programas de esterilização de ensaio.

Tabela 2. Programas de esterilização STD (atuais) e programas de ensaio

Programa de Esterilização		1	2	3
STD	Fase de Esterilização (min.)	40	25	35
Ensaio	Fase de Esterilização (min.)	20	15	21
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		121	121	121

Programa 1: produtos embalados em latas de 36, 40 e 50 unidades; **Programa 2:** produtos embalados em latas de 6, 8 e 10 unidades; **Programa 3:** produtos embalados em frascos de vidro

Os ensaios foram realizados em seis referências de produto diferentes (duas para cada programa de esterilização). Na tabela 3 encontram-se as referências utilizadas, organizadas por cada novo programa de esterilização que, no caso do programa 1 deu-se o nome de produtos 1A e 1B; no caso do programa 2 deu-se o nome de produtos 2A e 2B; e no programa 3 deu-se o nome de produtos 3A e 3B.

Para cada programa de esterilização realizaram-se dois ensaios à escala piloto (apenas com 50 recipientes num carro de esterilização), um para cada referência, perfazendo um total de seis ensaios.

Tabela 3. Produtos utilizados para a realização dos ensaios nos diferentes programas de esterilização de ensaio

Programa 1	1A: 36 salsichas em lata, 1700g/lata 1B: 50 salsichas em lata, 1600g/lata	Alt.: 176,0±0,5 mm Ø: 165,8±0,2 mm
Programa 2	2A: Mini salsichas em lata, 180g/lata 2B: 8 salsichas em lata, 160g/lata	Alt.: 109,2±0,5 mm Ø: 72,8±0,2 mm
Programa 3	3A: 7 salsichas em frasco, 350g/lata 3B: 4 salsichas em frasco, 210g/lata	Alt.: 172,0±0,8 mm Ø: 81,1±1,5 mm Alt.: 137,6±0,8 mm Ø: 68,2±1,4 mm

À semelhança do procedimento utilizado para a validação dos tratamentos de esterilização, programaram-se as 5 sondas para a hora e data pretendidas e identificaram-se os “recipientes”, no topo e no fundo com o nome do ensaio, sendo que cinco deles foram numerados de 1 a 5 (onde se inseriram as sondas). Posteriormente, na linha, encheram-se os recipientes com a quantidade de salsichas correta e salmoura, de acordo com o produto em questão, e foram fechados na capsuladora/cravadeira. Por fim, arrumaram-se os recipientes num carro, identificado como “ensaio”, que foi colocado no centro do autoclave, fechou-se o autoclave e iniciou-se o programa de esterilização pretendido.

Terminado o programa de esterilização, recolheram-se os 50 recipientes que foram transportados para a planta piloto, para serem armazenados e identificados com o nome do ensaio, o código do produto, a ordem de fabrico, o número do programa e a data de realização do ensaio. Na planta piloto retiraram-se as sondas dos recipientes e essas salsichas foram reclassificadas, a fim de serem novamente introduzidas no processo produtivo em quantidades previamente definidas e em produtos específicos.

Seguidamente, através do programa ExpressThermo 2007 exportou-se a informação contida nas sondas e, recorrendo ao ficheiro Excel utilizado para a validação dos tratamentos térmicos, confirmou-se se os valores de F estavam próximos de 15.

Paralelamente, retiraram-se recipientes do ensaio necessários para efetuar os testes de controlo da estabilidade, realizado pelo Departamento da Qualidade (doze no caso de latas de 4, 6 e 8 unidades, e frascos; seis no caso das latas de 36, 40 e 50 unidades), ficando sujeitos a um período de quarentena de 7 dias. Após o termo do período de quarentena, se os testes de controlo da estabilidade provassem que o produto se encontrava estável, as salsichas seriam encaminhadas para provas sensoriais (realizadas pelo painel interno de provadores não treinados).

2.4. EFEITO DA OTIMIZAÇÃO DOS TRATAMENTO TÉRMICOS NAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉTICAS DE EMULSÕES CÁRNEAS

2.4.1. ANÁLISE SENSORIAL

Todas as provas sensoriais deste estudo foram realizadas nas instalações da Nobre Alimentação Lda., em Rio Maior, numa sala de provas específica para provas sensoriais de produtos alimentares, estruturada de acordo com a norma internacional EN ISO 8589:2010.

Sempre que decorrem provas sensoriais na empresa, esta tem disponível um painel de dezoito provadores, não treinados em análise sensorial, cujos membros são colaboradores do Departamento de Qualidade e do Departamento de Investigação e Desenvolvimento da Nobre Alimentação Lda., e que participam frequentemente em provas de análise sensorial de salsicha. Contudo, nas provas que decorreram para este estudo nunca foi possível a presença de todos os provadores, estando presentes apenas os que tiveram disponibilidade no dia e data em que as provas sensoriais decorreram.

DESCRIÇÃO DO PAINEL DE PROVADORES

A avaliação sensorial foi realizada recorrendo a um painel de dezoito provadores (não treinados em análise sensorial), consumidores habituais de salsicha. Nas tabelas 4 e 5 encontram-se apresentadas as características do painel de provadores.

Tabela 4. Repartição dos provadores por género

Género	N absoluto	N relativo
Feminino	11	61%
Masculino	7	39%
Total	18	100 %

Tabela 5. Repartição dos provadores por faixa etária

Faixa Etária do Painel de Provadores	Percentagem
Até 20 anos	0%
20 – 30 anos	33%
30 – 40 anos	28%
40 – 50 anos	22%
50 – 60 anos	17%
+ 60 anos	0%
Total	100%

CONDIÇÕES DE PREPARAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS PRODUTOS

As provas realizadas foram provas do tipo triangular, que decorreram de acordo com os requisitos da norma ISO 4120, cujo objetivo foi perceber se o consumidor encontrava diferenças no produto sujeito aos diferentes programas de esterilização de ensaio, face ao mesmo produto sujeito aos programas de esterilização STD (normalmente aplicados na indústria). Estas provas são provas utilizadas para determinar diferenças sensoriais entre dois produtos bastante semelhantes (Noronha, 1999; Teixeira, 2009). Assim, foram previamente aquecidas, em banho maria, salsichas esterilizadas com o programa de esterilização STD, denominado por produto standard (STD) e a mesma referência que foi esterilizada com o respetivo programa de esterilização de ensaio, denominado por produto de ensaio. Posteriormente, serviram-se, a cada provador, três amostras, com 30 gramas cada uma, em três copos de plástico identificados com diferentes códigos, em que duas eram iguais, sendo o objetivo identificar a amostra diferente, através das características organoléticas do produto. Todos os produtos foram analisados utilizando luz próxima da luz natural.

A temperatura a que o produto foi apresentado nas diferentes provas sensoriais foi muito importante, uma vez que a mesma é responsável por alterações na sua textura. Esta deve ser semelhante à temperatura ideal de consumo da salsicha, isto é, entre 55 e 65 °C.

As condições gerais de cada prova sensorial realizada neste são apresentadas na tabela 6, na página seguinte.

No **anexo III** é apresentada a folha de prova, entregue a cada membro do painel de provadores.

Tabela 6. Condições gerais de cada prova sensorial realizada

Prova Sensorial	Produto 3A	Produto 3B	Produto 2A	Produto 2B	Produto 1A	Produto 1B
Data	14.08.2018	01.10.2018	01.10.2018	21.05.2018	16.08.2018	14.08.2018
Hora	16h00m	11h30m	16h00m	11h30m	16h00m	11h30m
Duração	10 – 15 min.	10 – 15 min.	10 – 15 min.	10 – 15 min.	10 – 15 min.	10 – 15 min.
Quantidade servida por amostra	30g	30g	30g	30g	30g	30g
Temperatura do produto	55 – 65 °C	55 – 65 °C	55 – 65 °C	55 – 65 °C	55 – 65 °C	55 – 65 °C
Temperatura da sala	23 °C	22 °C	22 °C	20 °C	23 °C	23 °C
Número de provadores	7	12	12	10	7	11

Produto 3A (7 salsichas em frasco, 350g/lata): **Produto STD** – 35 min./121 °C; **Produto de Ensaio** – 21 min./121 °C; **Produto 3B** (4 salsichas em frasco, 210g/lata): **Produto STD** – 35 min./121 °C; **Produto de Ensaio** – 21 min./121 °C; **Produto 2A** (mini salsichas em lata, 180g/lata): **Produto STD** – 25 min./121 °C; **Produto de Ensaio** – 15 min./121 °C; **Produto 2B** (8 salsichas em lata, 160g/lata): **Produto STD** – 25 min./121 °C; **Produto de Ensaio** – 15 min./121 °C; **Produto 1A** (36 salsichas em lata, 1700g/lata): **Produto STD** – 40 min./121 °C; **Produto de Ensaio** – 20 min./121 °C; **Produto 1B** (50 salsichas em lata, 600g/lata): **Produto STD** – 40 min./121 °C; **Produto de Ensaio** – 20 min./121 °C

2.4.2. ANÁLISE DA TEXTURA

Para avaliar a textura das salsichas utilizou-se um medidor manual de textura com uma sonda de ponta redonda FDN 5 da marca JR Research (5 N x 0,05 N, mínimo: 0,6 N; ou 500 gf x 5 gf, mínimo: 60 gf). Neste caso utilizou-se a escala em grama-força (gf), em detrimento da escala em newton (N), por ser a utilizada na Nobre Alimentação, Lda. Por definição, o quilograma-força é a força de atração aplicada sobre uma massa de 1 kg sujeita a uma certa gravidade. Assim, na Terra um quilograma-força é igual a 9,8 newton, logo $1 \text{ gf} = 9,8 \times 10^{-3} \text{ N}$.

De cada ensaio escolheram-se dez recipientes aleatoriamente (cinco recipientes de produto esterilizado com os programas de esterilização STD (atuais) e cinco recipientes de produto esterilizado com os programas de esterilização de ensaio), e de cada recipiente retiraram-se duas salsichas, perfurando cada salsicha em cinco pontos distintos, com exceção das salsichas de tamanho inferior, em que se retiraram cinco salsichas de cada recipiente e fez-se apenas duas perfurações em cada uma delas.

2.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Em relação aos valores de F calculados, quer para a validação dos tratamentos térmicos, quer para a sua otimização, realizou-se uma análise estatística descritiva, centrando-se no cálculo de médias e desvio-padrão através do programa Excel da Microsoft Office (versão 2016).

Os dados da análise sensorial foram tratados de acordo com a norma ISO 4120 (1983), a fim de perceber se os produtos dos ensaios e os respetivos produtos STD eram significativamente diferentes, com um nível de significância de $p < 0,05$.

Em relação à análise da textura efetuada para os diferentes casos de estudo realizou-se uma análise estatística univariada (ANOVA a um único fator) de todos os dados obtidos, com o auxílio do suplemento Analysis ToolPack programa Excel da Microsoft Office, versão 2016, a fim de determinar diferenças estatisticamente significativas com um nível de significância de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. VALIDAÇÃO DOS TRATAMENTOS DE ESTERILIZAÇÃO NO PROCESSO TECNOLÓGICO DA SALSICHA

Os resultados obtidos nas validações dos três tratamentos de esterilização atualmente utilizados pela indústria consideraram os produtos estáveis, segundo a NP4404-1 2002, porque após as amostras permanecerem sete dias em estufas às temperaturas estabelecidas, verificou-se, pela inspeção visual, que não existiram alterações dos produtos tais como latas opadas, frouxas ou com fugas, considerando-se assim as amostras normais. Em relação às características organoléticas, as amostras também foram consideradas normais, pois não apresentavam alterações no odor, cor ou aspeto; e, por fim, o valor de pH da salmoura entre amostras do mesmo produto, incubadas às diferentes temperaturas apresentaram uma diferença inferior a 0,5, tendo sido a diferença máxima de 0,1 nos produtos A1, C1, A2, B2, D2 e C3.

Todos estes resultados podem ser consultados na tabela 7.

Tabela 7. Resultados dos testes de controle de estabilidade obtidos nas validações efetuadas para os diferentes programas de esterilização

		Programa 1				Programa 2				Programa 3			
Validações		A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2	A3	B3	C3	D3
Características sensoriais	Cor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Uniformidade da cor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Textura	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Odor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Observação da salmoura	Latas a 37 °C	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Latas a 55°C	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Latas a Temperatura ambiente	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
pH salmoura	Latas a 37 °C	6,2	6,1	6,1	6,1	6,1	6,3	5,9	6,1	6,1	5,9	5,8	6,1
	Latas a 55°C	6,2	6,1	6,0	6,1	6	6,2	5,9	6,0	6,1	5,9	5,9	6,1
	Latas a Temperatura ambiente	6,3	6,1	6,1	6,1	6,1	6,3	5,9	6,1	6,1	5,9	5,9	6,1

Programa 1: produtos embalados em latas de 36, 40 e 50 unidades; 40 min./121 °C; **A1:** 50 salsichas em lata (1700g/lata); **B1:** 36 salsichas em lata (1700g/lata); **C1:** 50 salsichas em lata (1600g/lata) ; **D1:** 40 salsichas em lata (2550g/lata); **Programa 2:** produtos embalados em latas de 6, 8 e 10 unidades; 25 min./121 °C; **A2:** 8 salsichas em lata (160g/lata); **B2:** mini salsichas em lata (180g/lata); **C2:** 8 salsichas em lata (160g/lata) ; **D2:** mini salsichas em lata (180g/lata); **Programa 3:** produtos embalados em frascos de vidro; 35 min./121 °C; **A3:** 4 salsichas em frasco (210g/frasco); **B3:** 7 salsichas em frasco (350g/frasco); **C3:** 8 salsichas em frasco (700g/frasco); **D3:** mini salsichas em frasco (200g/frasco); Para uma amostra ser considerada estável, segundo a NP 4404 – 1, 2002, deve apresentar as características organoléticas e a observação da salmoura “normal” a diferença de unidades de pH da salmoura para o mesmo produto sujeito a diferentes temperaturas deve ser igual ou inferior a 0,5 unidades.

Por outro lado, calcularam-se os valores de F para todas as validações efetuadas, independentemente do programa de esterilização utilizado, e verificou-se que foram sempre superiores a 10, o que se encontra representado na tabela 8.

Com base nos resultados apresentados pode concluir-se que os tratamentos de esterilização foram validados para os três programas.

Tabela 8. Valores de F obtidos durante a validação dos tratamentos de esterilização no processo tecnológico da salsicha

	Validação	Valores de F mínimos registados	Média \pm desvio-padrão
Programa 1	A1	32,40	34,33 \pm 1,88
	B1	33,90	
	C1	36,90	
	D1	34,10	
Programa 2	A2	24,80	25,15 \pm 0,44
	B2	25,70	
	C2	24,80	
	D2	25,30	
Programa 3	A3	37,34	35,30 \pm 5,02
	B3	35,14	
	C3	28,45	
	D3	40,25	

Programa 1: produtos embalados em latas de 36, 40 e 50 unidades; 40 min./121 °C; **A1:** 50 salsichas em lata (1700g/lata); **B1:** 36 salsichas em lata (1700g/lata); **C1:** 50 salsichas em lata (1600g/lata) ; **D1:** 40 salsichas em lata (2550g/lata); **Programa 2:** produtos embalados em latas de 6, 8 e 10 unidades; 25 min./121 °C; **A2:** 8 salsichas em lata (160g/lata); **B2:** mini salsichas em lata (180g/lata); **C2:** 8 salsichas em lata (160g/lata) ; **D2:** mini salsichas em lata (180g/lata); **Programa 3:** produtos embalados em frascos de vidro; 35 min./121 °C; **A3:** 4 salsichas em frasco (210g/frasco); **B3:** 7 salsichas em frasco (350g/frasco); **C3:** 8 salsichas em frasco (700g/frasco); **D3:** mini salsichas em frasco (200g/frasco)

3.2. OTIMIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS DE ESTERILIZAÇÃO NO PROCESSO TECNOLÓGICO DA SALSICHA

Os valores de F calculados para os diferentes programas permitiram constatar a possibilidade de otimizar os tratamentos de esterilização, diminuindo a sua duração, não pondo em causa a segurança alimentar do produto, dado que o valor F mínimo obtido na validação destes foi $F=24,80$ no programa de esterilização 2, e o valor de F de referência é de 15 unidades.

Como se pode observar na figura 2, para todos os ensaios obtiveram-se valores de F mínimos (valor mínimo obtido mediante a leitura das 5 sondas em cada um dos ensaios) próximos do valor 15, o que era expectável face à simulação realizada anteriormente (Capítulo 2.3).

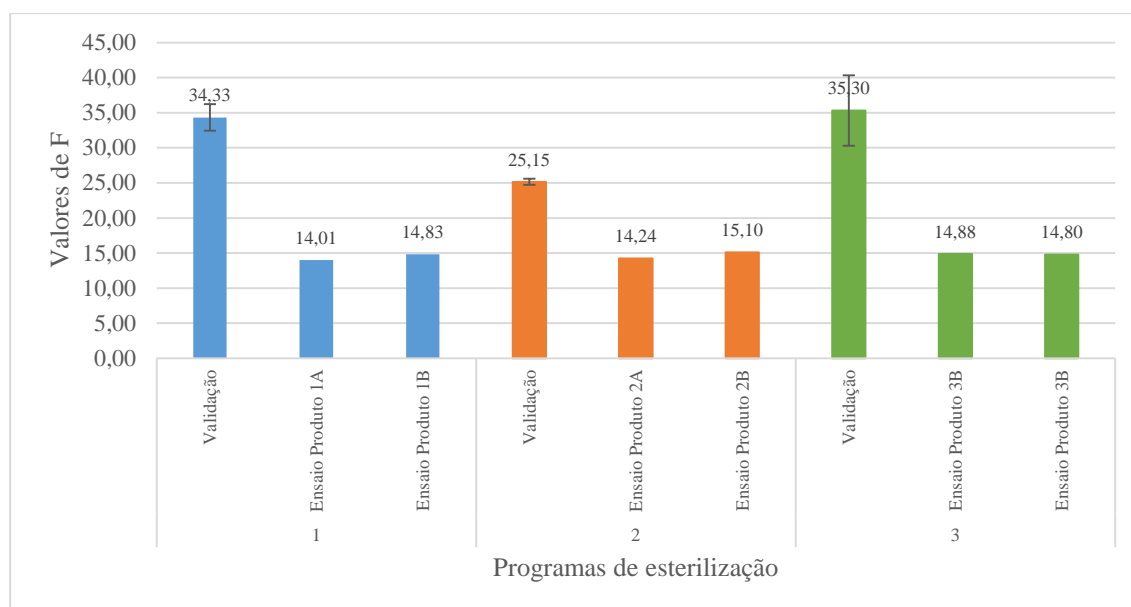


Figura 2. Valores de F obtidos na validação dos programas de esterilização STD (programas atualmente aplicados na indústria) e nos ensaios após a otimização dos programas de esterilização

Programa de esterilização 1 (produtos embalados em latas de 36, 40 e 50 unidades): **Validação 1** - 40 min./121°C; **Ensaio Produtos 1A** (36 salsichas em lata, 1700g/lata) e **1B** (50 salsichas em lata, 1600g/lata) - 20 min./121°C; **Programa de esterilização 2** (produtos embalados em latas de 6, 8 e 10 unidades): **Validação 2** - 25 min./121°C; **Ensaio Produtos 2A** (mini salsichas em lata, 180g/lata) e **2B** (8 salsichas em lata, 160g/lata) - 15 min./121 °C; **Programa de esterilização 3** (produtos embalados em frascos): **Validação 3** - 35 min./121°C; **Ensaio Produtos 3A** (7 salsichas em frasco, 350g/lata) e **3B** (4 salsichas em frasco, 210g/lata) - 21 min./121°C.

Para além disso, os testes de controlo de estabilidade demonstraram que o produto esterilizado com os programas de esterilização de ensaio se manteve estável, uma vez que apresentaram uma diferença inferior a 0,5 no valor de pH entre as amostras, após terem sido incubadas às diferentes temperaturas; a inspeção visual não constatou qualquer alteração e as características sensoriais demonstraram-se inalteradas. Todos estes resultados podem ser consultados na tabela 9.

Tabela 9. Resultados dos testes de controlo de estabilidade dos ensaios realizados para as seis referências diferentes

		Ensaio 1A	Ensaio 1B	Ensaio 2A	Ensaio 2B	Ensaio 3A	Ensaio 3B
Características organoléticas	Cor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Uniformidade da cor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Textura	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Odor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Observação da salmoura	Latas a 37 °C	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Latas a 55°C	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Latas a Temperatura ambiente	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
pH da salmoura	Latas a 37 °C	6,1	6,2	6,1	6,1	6,0	6,2
	Latas a 55°C	6,1	6,2	6,1	6,1	6,0	6,2
	Latas a Temperatura ambiente	6,1	6,2	6,2	6,2	6,1	6,3

Ensaio 1A: 36 salsichas em lata, 1700g/lata; **Ensaio 1B:** 50 salsichas em lata, 1600g/lata; **Ensaio 2A:** mini salsichas em lata, 180g/lata; **Ensaio 2B:** 8 salsichas em lata, 160g/lata; **Ensaio 3A:** 7 salsichas em frasco, 350g/lata; **Ensaio 3B:** 4 salsichas em frasco, 210g/lata; Para uma amostra ser considerada estável, segundo a NP 4404 – 1, 2002, deve apresentar as características organoléticas e a observação da salmoura “normal” a diferença de unidades de pH da salmoura para o mesmo produto sujeito a diferentes temperaturas deve ser igual ou inferior a 0,5 unidades.

Assim, o facto do produto se apresentar estável e as diferentes esterilizações apresentarem valores de F na ordem dos 15, permite concluir que o produto está conforme para consumo com os programas otimizados.

Com estes ensaios conseguiu-se provar que esta indústria pode obter maior rentabilidade sem pôr em causa a qualidade e segurança alimentar. Para o ano 2019, a produção prevista na linha número 2 da salsicha é de 2000 toneladas, sendo 776455 Kg relativos às referências em estudo, o que se traduz numa redução de custos no valor de €1.419,00. Esta informação é demonstrada pela tabela 10.

Tabela 10. Impacto económico após a otimização dos programas de esterilização nos autoclaves estáticos para as referências em estudo

Produto	Impacto (€/kg)	Volume (kg)	Impacto total (€)
1A: 36 salsichas em lata, 1700g/lata	-0,0049	44214	-217
1B: 50 Salsichas em lata, 1600g/lata	-0,0043	220883	-950
2A: Mini salsichas em lata, 180g/lata	-0,0003	224644	-67
2B: 8 salsichas em lata, 160g/lata	-0,0003	62126	-19
3A: 7 salsichas em frasco, 350g/lata	-0,0008	178985	-143
3B: 4 salsichas em frasco, 210g/lata	-0,0005	45603	-23
Total		776455	-1419

3.3. EFEITO DA OTIMIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS TÉRMICOS NAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉTICAS DE EMULSÕES CÁRNEAS

3.3.1. ANÁLISE SENSORIAL

Neste estudo realizaram-se seis provas sensoriais, de acordo com as referências estudadas, cujos resultados estão presentes na fig.3. A fim de facilitar a sua interpretação graficamente, estes resultados estão expressos em percentagem, uma vez que o total de provadores diferiu consoante o ensaio.

A interpretação destes resultados baseou-se na tabela presente na ISO 4120 (**Anexo IV**), que apresenta o número mínimo crítico de respostas corretas para os testes unilaterais triangulares com um nível de significância de 5%, em termos de valores absolutos, para que as amostras sejam consideradas significativamente diferentes. Assim, aquando da análise de resultados, foram tidos em conta os valores absolutos obtidos em cada uma das provas sensoriais e, posteriormente, convertidos em termos percentuais.

A prova sensorial do produto 1A teve um total de sete provadores. De acordo com a ISO 4120, para um total de sete provadores é necessário que cinco desses provadores identifiquem a amostra diferente, para que o produto STD e o produto de ensaio sejam considerados significativamente diferentes. Pela análise da fig. 3, depreende-se que 42,9% dos provadores identificaram a amostra diferente, o que em termos absolutos corresponde a três pessoas, ou seja, as amostras não significativamente diferentes.

A prova sensorial do produto 1B teve um total de onze provadores. De acordo com a ISO 4120, para um total de onze provadores é necessário que sete desses provadores identifiquem a amostra diferente, para que o produto STD e o produto de ensaio sejam considerados significativamente diferentes. Pela

análise da fig. 3, depreende-se que 27,3% dos provadores identificaram a amostra diferente, o que em termos absolutos corresponde a três pessoas, ou seja, as amostras não são significativamente diferentes.

A prova sensorial do produto 2A teve um total de doze provadores. De acordo com a ISO 4120, para um total de doze provadores é necessário que oito desses provadores identifiquem a amostra diferente, para que o produto STD e o produto de ensaio sejam considerados significativamente diferentes. Pela análise da fig. 3, depreende-se que 41,7% dos provadores identificaram a amostra diferente, o que em termos absolutos corresponde a cinco pessoas, ou seja, as amostras não são significativamente diferentes.

A prova sensorial do produto 2B teve um total de dez provadores. De acordo com a ISO 4120, para um total de dez provadores é necessário que sete desses provadores identifiquem a amostra diferente, para que o produto STD e o produto de ensaio sejam considerados significativamente diferentes. Pela análise da fig. 3, depreende-se que 40,0% dos provadores identificaram a amostra diferente, o que em termos absolutos corresponde a quatro pessoas, ou seja, as amostras não foram significativamente diferentes.

A prova sensorial do produto 3A teve um total de sete provadores. De acordo com a ISO 4120, para um total de sete provadores é necessário que cinco desses provadores identifiquem a amostra diferente, para que o produto STD e o produto de ensaio sejam considerados significativamente diferentes. Pela análise da fig. 3, depreende-se que 42,9% dos provadores identificaram a amostra diferente, o que em termos absolutos corresponde a três pessoas, ou seja, as amostras não são significativamente diferentes.

A prova sensorial do produto 3B teve um total de doze provadores. De acordo com a ISO 4120, para um total de doze provadores é necessário que oito desses provadores identifiquem a amostra diferente, para que o produto STD e o produto de ensaio sejam considerados significativamente diferentes. Pela análise da fig. 3, depreende-se que 33,3% dos provadores identificaram a amostra diferente, o que em termos absolutos corresponde a quatro pessoas, ou seja, as amostras não foram significativamente diferentes.

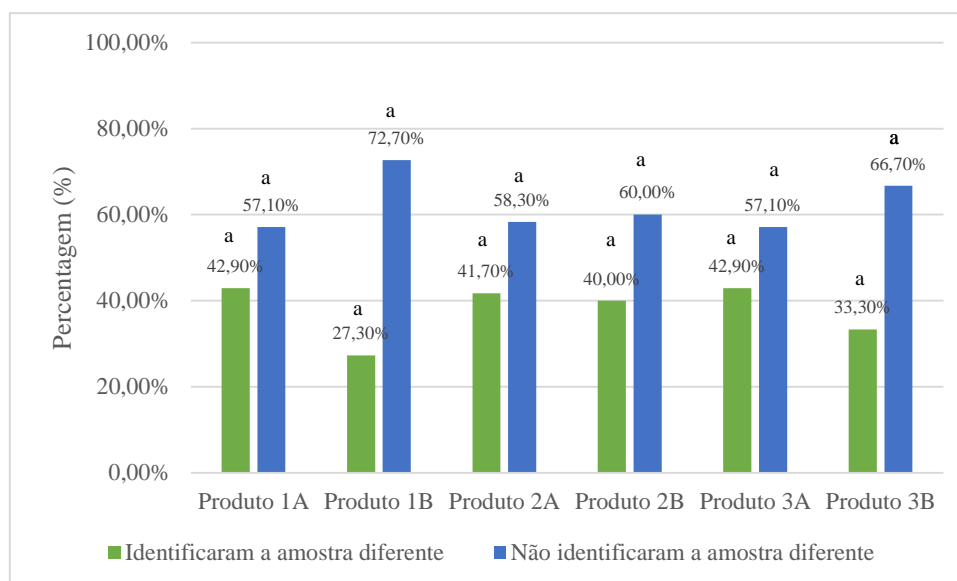


Figura 3. Resultados das provas sensoriais

Produto 1A: 36 salsichas em lata, 1700g/lata; **Produto 1B:** 50 salsichas em lata, 1600g/lata; **Produto 2A:** mini salsichas em lata, 180g/lata; **Produto 2B:** 8 salsichas em lata, 160g/lata; **Produto 3A:** 7 salsichas em frasco, 350g/lata; **Produto 3B:** 4 salsichas em frasco, 210g/lata;

Para cada ensaio, valores com a mesma letra não diferem significativamente para um nível de significância de 5%

3.3.2. ANÁLISE DA TEXTURA

A partir dos resultados obtidos nas provas sensoriais, pode concluir-se que em nenhuma das análises realizadas foram registadas diferenças significativas ao entre o produto STD e respetivo produto de ensaio.

Com o intuito de existir um maior rigor nos resultados obtidos nas provas sensoriais, realizou-se uma análise da textura para cada uma das referências estudadas (1A, 1B, 2A, 2B, 3A e 3B), atendendo que esta característica sensorial seria a que poderia sofrer mais modificações, com a alteração do processo de esterilização.

A partir dos resultados obtidos, efetuou-se uma análise estatística ANOVA, tendo-se comprovado que existem diferenças significativas ao nível da textura entre o produto STD e respetivo produto de ensaio, para cada uma das referências, o que é visível na fig. 4. Quanto à referência 1B, não foi possível tirar-se qualquer conclusão através do valor de textura, uma vez que este foi inferior ao valor mínimo lido pelo medidor de textura. No entanto, para este caso, realizou-se uma análise estatística tendo em conta o valor mínimo possível lido pelo medidor de textura (60 gf), que demonstrou que a textura do produto de ensaio 1B era estaticamente diferente da textura mínima lida pelo medidor, o que indica que as texturas do produto 1B STD e ensaio também serão estaticamente diferentes.

Assim, verificou-se que todos os produtos de ensaio apresentaram uma qualidade superior ao respectivo produto STD, o que reforça a vantagem de substituir os programas de esterilização STD (atualmente utilizados) pelos programas de ensaio.

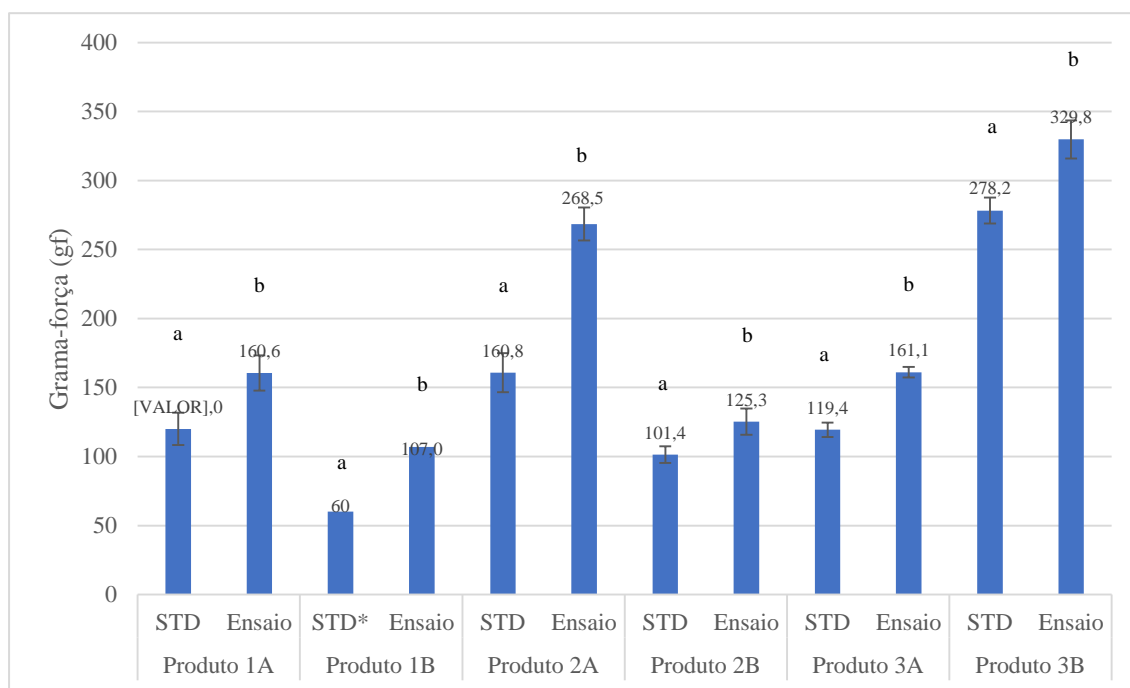


Figura 4. Análise da textura das referências estudadas

Ensaio 1A: 36 salsichas em lata, 1700g/lata; **Ensaio 1B:** 50 salsichas em lata, 1600g/lata; **Ensaio 2A:** Mini salsichas em lata, 180g/lata; **Ensaio 2B:** 8 salsichas em lata, 160g/lata; **Ensaio 3A:** 7 salsichas em frasco, 350g/lata; **Ensaio 3B:** 4 salsichas em frasco, 210g/lata;

Para cada ensaio, valores com letras diferentes diferem significativamente, para um nível de significância de 5%

*Em relação ao produto 1B STD não foi possível analisar a sua textura, uma vez que a sua textura foi inferior ao valor mínimo lido pelo medidor manual de textura (60gf). Para efeitos estatísticos considerou-se o mínimo valor lido pelo medidor manual de textura (60 gf).

4. CONCLUSÕES

Através da análise dos resultados obtidos no presente estudo pode concluir-se que os programas de esterilização STD (utilizados atualmente) podem ser otimizados e mais eficientes se alterados para os respetivos programas de esterilização de ensaio.

Em relação ao efeito que a otimização teria em relação às características dos produtos, as provas sensoriais sugeriram que não existiram diferenças significativas entre os produtos STD e respetivos produtos de ensaio, contudo a análise realizada à textura demonstrou que os produtos de ensaio tinham uma textura significativamente melhor relativamente aos mesmos produtos STD. Esta variação de resultados pode dever-se ao facto do painel de provadores utilizado não ser um painel treinado ao nível sensorial, o que leva a crer que ao utilizar um painel de provadores treinado esta variação poderia não ocorrer, pelo menos de uma forma tão notória.

Assim, caso a indústria substituísse os programas de esterilização STD pelos programas de esterilização do ensaio iria obter vantagens financeiras e produtivas, uma vez que seria possível reduzir o tempo efetivo de produção ao diminuir o tempo de esterilização para a mesma quantidade de produtos, traduzindo-se assim numa redução efetiva dos custos de produção, mantendo ou melhorando a qualidade dos produtos.

No trabalho em apreço apenas foram realizados ensaios à escala piloto (50 recipientes por autoclave), o que não é suficiente para validar os resultados obtidos. Assim, para que os programas de ensaio passassem a ser utilizados pela indústria, dever-se-ia, numa primeira fase, realizar um ensaio semi-industrial para cada uma das referências, isto é, um carro de esterilização completo e, se se confirmasse os resultados obtidos à escala piloto proceder-se-ia à realização dos ensaios industriais (um autoclave completo), validando os programas de esterilização de ensaio. A importância da realização dos ensaios semi-industriais e industriais prende-se sobretudo com a representatividade das condições reais de produção no que se refere à dispersão da temperatura no interior dos autoclaves.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Brody, A., Li, Z., Qazi, I., Pavase, T., Lv, L., 2017. A comprehensive review on the application of active packaging technologies to muscle foods. *Food Control* 82, pp. 163 – 178.
- Al-baali, A., Farid, M., 2006. Chapter 1: Thermal sterilization of food - historical review. In G. Barbosa-Cánovas (Ed.), *Sterilization of food in retort pouches*. New York: Springer.
- Associação Portuguesa dos Industriais de Carne (s.d.). Produtos transformados à base de carne – Enquadramento em sede de Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA). Consultado a Março 2, 2018 em: http://www.apicarnes.pt/pdf/noticias/PIV_APIC_Salsichas_IVA.pdf
- Awauah, G., Ramaswamy, H., Economides, A., 2007. Thermal processing an quality: principles and overview. *Chemical Engineering and Processing* 46, 584 – 602.
- Barbosa-Cánovas, G., Medice-Meza, I., Candoğan, K., Bermúdez-Aguirre, D., 2014. Advanced retorting, microwave assisted thermal sterilization (MATS), na pressure assisted thermal sterilization (PATs) to process. *Meat Science* 98, 420 – 434.
- Bornhorst, E., Tang, J., Sablani, S., Barbosa-Cánovas, G., 2017. Thermal pasteurization process evaluation using mashed potato model food with Maillard reaction products. *Food Science and Technology* 82, 454 – 463.
- César, L., 2008. Capítulo 3 – Métodos de conservação de alimentos: uso de calor. *Tecnologia de produtos de origem animal*. Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal do Espírito Santo.
- Clark, S., Jung, S., Lamsal, B., 2014. Principles of food procesing. In Park, S., Lamsal, B., Balasubramaniam, V., (Eds.), *Food Processing: Principles and Applications* (Chapter 1, pp. 1 – 13). Wiley.
- Corradini, M., Normand, M., Peleg, M., 2005. Calculating the efficacy of heat sterilization processes. *Journal of Food Engeneering* 67, 59 – 69.
- Cristas, A., 2012. Capacidade de retenção de água e de gordura de diferentes concentrados proteicos usados em produtos cárneos emulsificados. (Dissertação de Mestrado não publicada). Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal.
- Dias, J., 2007. O processamento térmico nos alimentos. Consultado a Fevereiro 20, 2018 em: <http://www.hipersuper.pt/2007/09/21/o-processamento-trmico-nos-alimentos/>

- Fraser, A., 2012. Describe pasteurization. Consultado a Fevereiro 20, 2018 em: <http://www.foodsafety.gov/educators/competencies/general/foodprocessing/processing2.html>
- Freixanet, L., 2014. Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero. Consultado a Setembro 01, 2018 em: <http://es.metalquimia.com/publicaciones/documentos-tecnologicos/aditivos-e-ingredientes-en-la-fabricacion-de-productos-carnicos-cocidos-de-musculo-entero/>
- Gavin, A., Weddig, L., 1995. Canned foods: principles of thermal process control, acidification and container closure evaluation. Washington, D.C.: Food Processors Institute.
- <http://www.esac.pt/noronha/pga/0708/aponta/proctermic1.htm>
- ISO (1992) 5492: Sensory analysis – Vocabulary, 1ª Ed., International Organization for Standardization
- ISO (1983) 4120: Sensory analysis – methodology – Triangular Test, 1ª Ed., International Organization for Standardization
- Jensen, H., Basiotis, P., 1995. Food safety/food quality Data. Staff General Research Papers Archive 10441, Iowa State University, Department of Economics.
- Moreira da Silva, A., 2015. Introdução à análise sensorial de géneros alimentícios e sua aplicação na indústria alimentar (Relatório Final de Estágio). Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, Portugal.
- Noronha, J., 1999. Notas sobre processamento térmico de alimentos. Consultado a Fevereiro 27, 2018 em:
- NP 724 (2006). Norma Portuguesa para salsicha tipo Frankfurt. Definição e características (2ª Edição). Instituto Português da Qualidade. Lisboa.
- NP 4404-1 (2002). Provas de estufa (Método corrente). Apreciação da estabilidade das conservas (1ª Edição). Instituto Português da Qualidade. Lisboa.
- Piotrowicz, I., Mellado, M., 2015. Chemical, technological and nutritional quality of sausage processed with surimi. International Food Research Journal 22 (5), pp. 2103 – 2110.
- Piotrowicz, I., Mellado, M., 2015. Chemical, technological and nutritional quality of sausage processed with surimi. International Food Research Journal 22 (5), pp. 2103 – 2110.
- Raimundo, L., 1994. Aplicação da metodologia Hazard Analysis and Critical Control Points nas Indústrias de Carnes Nobre, S.A. (Trabalho de fim de curso). Universidade de Évora, Portugal.

- Rees, J., Bettison, J., 1991. Processing and packaging of heat preserved foods. Blackie and Son Ltd, Bishopbriggs, Glasgow G64 2NZ.
- Regulamento 1333/2008, Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 2008. Jornal Oficial da União Europeia, L 354, 2008.
- Regulamento 853/2004, Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril de 2004. Jornal Oficial da União Europeia, L 139, 2004.
- Reichert, J., 1988. Die wärmebehandlung von fleischwaren grundlagen der berechnung und anwendung. Hans Holzman Verlag GMBH & CO KG, Bad Wörishofen.
- Safefood 360, Inc., 2014. Thermal processing of food. Consultado a Fevereiro 20, 2018 em: safefood360.com/resources/Thermal-Processing-of-Food.pdf
- Santos Silva, J., 1997. Composição e caracterização de pastas na indústria de salsicharia: programação linear na optimização de custos de produção. (Dissertação de Mestrado não publicada). Universidade de Évora, Portugal.
- Silva, F., Gibbs, P., 2011. Thermal pasteurization requeriments for the inactivation of Salmonella in foods. Food Research Internation 45, 695 – 699.
- Sousa, S., Fragoso, S., Penna, C., Arcanjo, N., Silva, F., Ferreira, V., Barreto, M., Araújo, I., 2017. Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat bu hydrolyzed collagen. Food Science and Technology 76, pp. 320 – 325.
- Sousa, S., Fragoso, S., Penna, C., Arcanjo, N., Silva, F., Ferreira, V., Barreto, M., Araújo, I., 2017. Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen. Food Science and Technology 76, pp. 320 – 325.
- Teixeira, L., 2009. Sensory analysis in the food industry. Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, nº 366, 64, pp. 12 – 21.
- Visier, A., 1980. Industria de la carne – salazones y chacineria. Barcelona: Editorial Aedos.

ANEXO. I. FOLHA DE CÁLCULO PARA TRATAMENTO DE DADOS OBTIDOS PELAS SONDAS REGISTRADORAS DE TEMPERATURA POR UNIDADE DE TEMPO

		VALIDAÇÃO DE TRATAMENTOS TÉRMICOS		QUALIDADE	
LINHA: _____		DATA: _____			
PROGRAMA: _____		TIPO TRATAMENTO			
PRODUTO: _____		PASTEURIZAÇÃO <input type="checkbox"/>			
OF: _____		ESTERILIZAÇÃO <input type="checkbox"/>			
EQUIPAMENTO: _____		OUTRO <input type="checkbox"/>			
CÂMARA COZEDURA <input type="checkbox"/>		ESTERILIZADOR <input type="checkbox"/>			
Nº: _____					
PROGRAMAS DE TRATAMENTO TÉRMICO - VALIDAÇÃO GRÁFICA					
HORA REGISTO		INICIO: 0-1-00 0:00	FIM: 0-1-00 0:00		
EQUIPAMENTO DE REFERÊNCIA:		Sonda 1	Sonda 2	Sonda 3	Sonda 4
TEMPERATURA MÁXIMA (°C):					
TEMPO (MIN)		#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
TRATAMENTOS DE ESTERILIZAÇÃO					
F VALUE MÍNIMO (MIN): 10		$F_{121,1}^{10}$ (min)			
F VALUE: _____					
T (°C)		TEMPO (MIN)			
100					
118					
120					
121					
TRATAMENTOS DE PASTEURIZAÇÃO					
P VALUE: Tref (°C): 75		Z(°C): 10		P VALUE: _____	
VALORES DE REFERÊNCIA:		TEMPERATURA (°C)	TEMPO (min)	TEMPO (MIN)	
Salmonella sp.	<input type="checkbox"/>	65,5	0,42		
Campylobacter jejuni	<input type="checkbox"/>	58,3	0,35		
Clostridium perfringens	<input type="checkbox"/>	59,0	7,20		
Listeria monocytogenes	<input type="checkbox"/>	60,0	2,85		
	<input type="checkbox"/>	57,8	4,83		
Staphylococcus aureus	<input type="checkbox"/>	60,0	7,82		
<small>Fonte: TABLE 4 - PATHOGEN CONTROL DATA, Prepared by: Robert Price and Pamela D. Tom, 1992, Extension Food Technologists, U.C. Davis, Davis CA</small>					
RESULTADOS STERIKON:					
RESULTADO (OK / NOK):	1	2	3	4	5
OBSERVAÇÕES:					
LEGENDA: OK - ampola mantém a cor violeta. A esterilização é adequada NOK - ampola apresenta cor amarela. A esterilização não foi eficaz					

ANEXO III. FOLHA DE PROVA SENSORIAL



AVALIAÇÃO SENSORIAL - FOLHA DE RESPOSTA

DIR. QUALIDADE

TIPO DE AVALIAÇÃO: Teste triangular
PRODUTO: Salsicha

DATA:

OBJECTIVO: Verificar a existência ou não de diferenças entre as amostras.

PROCEDIMENTO: - Prove as amostras da esquerda para a direita. Duas amostras são semelhantes e uma é diferente. No espaço em baixo indique qual a amostra que é diferente das outras, e a preferência da amostra.
- Utilize o espaço reservado para as observações para referir se a escolha foi ao acaso ou outros comentários que considere importantes.

É importante que durante a sessão de provas não se manifeste sobre os produtos junto dos outros provadores.

Qual é a amostra diferente? (marque uma cruz)		
LZ1	TR5	UC9

ANEXO IV. NÚMERO CRÍTICO DE RESPOSTAS CORRETAS PARA OS TESTES DE DIFERENÇA MAIS USUAIS A DOIS NÍVEIS DE SIGNIFICÂNCIA

Table — Minimum numbers of correct replies to establish a difference at various significance levels for the triangular test

Number of replies	Minimum number of correct replies for a significance level of			Number of replies	Minimum number of correct replies for a significance level of			Number of replies	Minimum number of correct replies for a significance level of		
	5 %	1 %	0,1 %		5 %	1 %	0,1 %		5 %	1 %	0,1 %
5	4	5	—	37	18	20	22	69	31	33	36
6	5	6	—	38	19	21	23	70	31	34	37
7	5	6	7	39	19	21	23	71	31	34	37
8	6	7	8	40	19	21	24	72	32	34	38
9	6	7	8	41	20	22	24	73	32	35	38
10	7	8	9	42	20	22	25	74	32	35	39
11	7	8	10	43	20	23	25	75	33	36	39
12	8	9	10	44	21	23	26	76	33	36	39
13	8	9	11	45	21	24	26	77	34	36	40
14	9	10	11	46	22	24	27	78	34	37	40
15	9	10	12	47	22	24	27	79	34	37	41
16	9	11	12	48	22	25	27	80	35	38	41
17	10	11	13	49	23	25	28	81	35	38	41
18	10	12	13	50	23	26	28	82	35	38	42
19	11	12	14	51	24	26	29	83	36	39	42
20	11	13	14	52	24	26	29	84	36	39	43
21	12	13	15	53	24	27	30	85	37	40	43
22	12	14	15	54	25	27	30	86	37	40	44
23	12	14	16	55	25	28	30	87	37	40	44
24	13	15	16	56	26	28	31	88	38	41	44
25	13	15	17	57	26	28	31	89	38	41	45
26	14	15	17	58	26	29	32	90	38	42	45
27	14	16	18	59	27	29	32	91	39	42	46
28	15	16	18	60	27	30	33	92	39	42	46
29	15	17	19	61	27	30	33	93	40	43	46
30	15	17	19	62	28	30	33	94	40	43	47
31	16	18	20	63	28	31	34	95	40	44	47
32	16	18	20	64	29	31	34	96	41	44	48
33	17	18	21	65	29	32	35	97	41	44	48
34	17	19	21	66	29	32	35	98	41	45	48
35	17	19	22	67	30	33	36	99	42	45	49
36	18	20	22	68	30	33	36	100	42	46	49

NOTES

- 1 The values in this table were calculated from the exact binomial law formula for parameter $p = 1/3$ with n repetitions (replies).
- 2 When the number of replies is larger than 100 ($n > 100$), it is necessary to use the following formula based on the approximation to the binomial law by the normal law which gives the actual number of expressed assessments to be obtained, with a maximum error equal at most to 1 unit.

Minimum number of replies (X) = nearest whole number to

$$X = 0,4714 z \sqrt{n} + \frac{(2n + 3)}{6}$$

where

$$z = 1,64 \text{ for } \alpha < 0,05$$

$$z = 2,33 \text{ for } \alpha < 0,01$$

$$z = 3,10 \text{ for } \alpha < 0,001$$